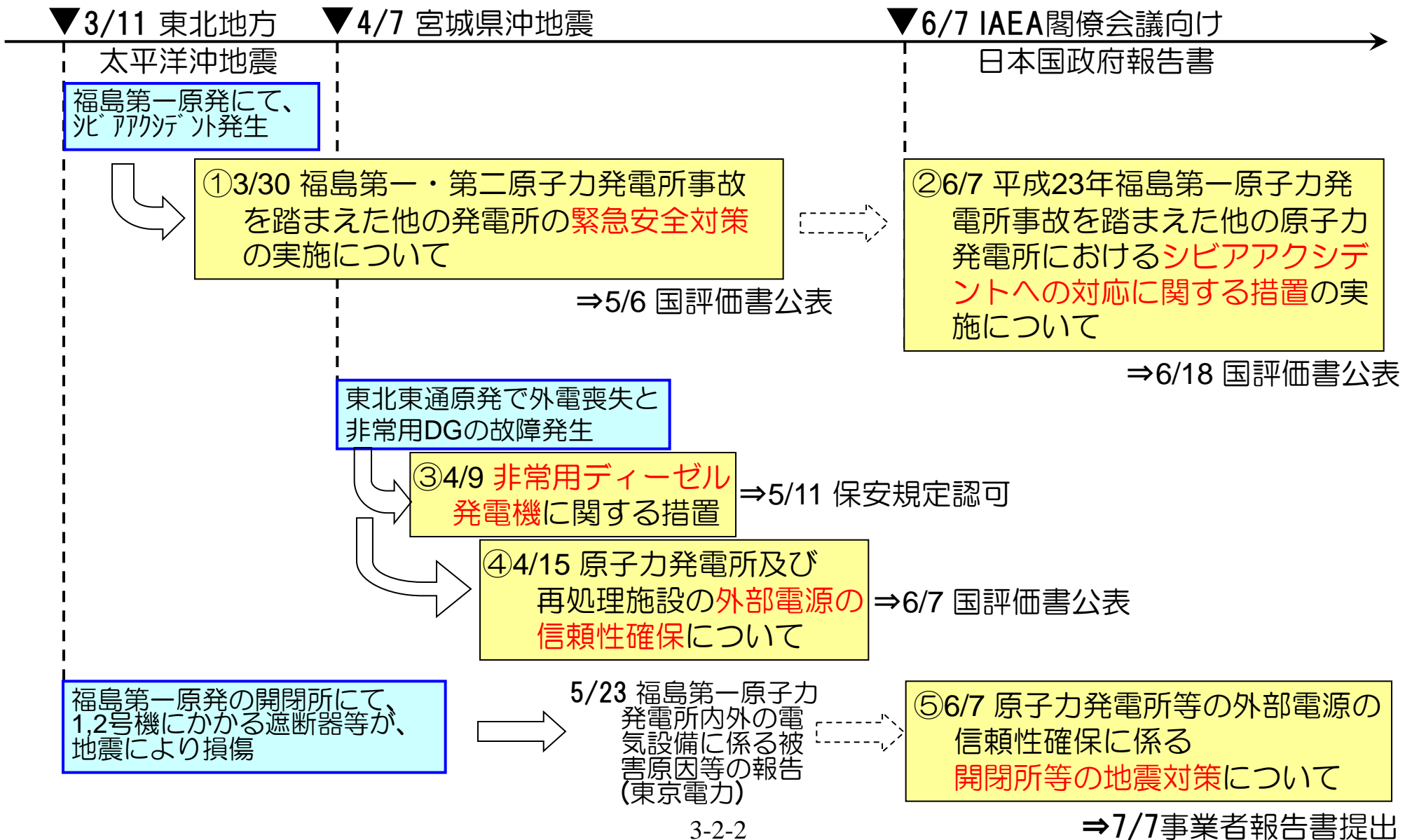


# 原子力発電所における緊急安全対策等について

2011年8月6日  
電気事業連合会

# 1. 保安院からの指示について



## 2. 緊急安全対策

### ①福島第一・第二原子力発電所事故を踏まえた他の発電所の**緊急安全対策**の実施について

#### <指示内容>

津波により3つの機能（全交流電源、海水冷却機能、使用済燃料貯蔵プールの冷却機能）を全て喪失した場合でも、燃料損傷や多量の放射性物質の放出を防止すること。

#### <事業者の対応事項>

##### ◆短期対策（各社対策済）

- ✓ 緊急時対応計画の作成・・津波を想定した対応計画および手順書の作成
- ✓ 電源確保・・電源車等の高台設置
- ✓ 除熱機能確保・・消防車、ポンプ車等の配備
- ✓ 建屋への浸水対策・・津波により機器に影響を及ぼさないよう浸水対策
- ✓ 訓練の実施・・津波に係る訓練の実施、実施手順の確立

##### ◆中長期対策

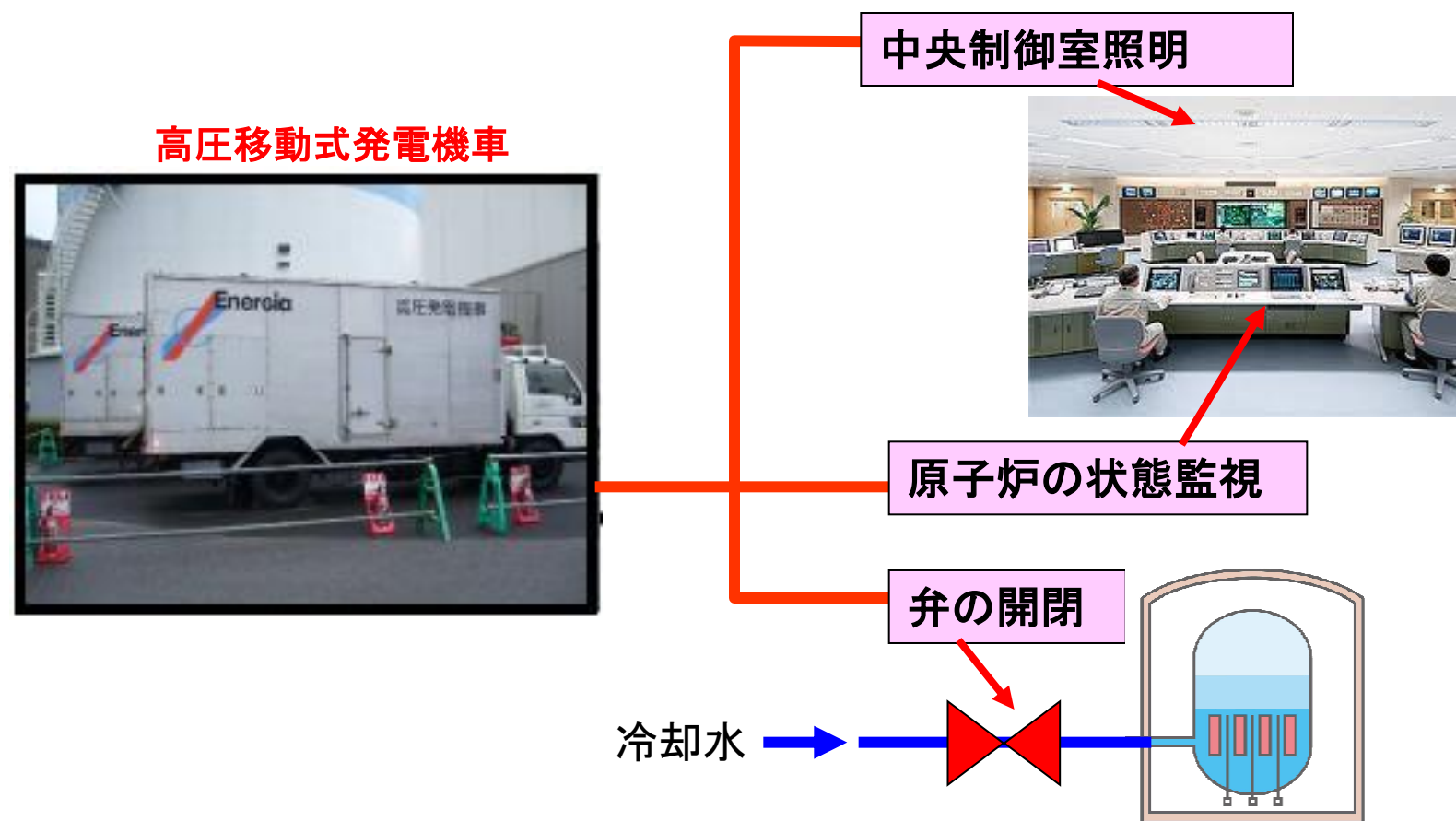
- ✓ 海水ポンプ電動機等の予備品の確保〔1年程度で実施〕
- ✓ 空冷式非常用発電機等の設置〔1～2年程度で実施〕
- ✓ 防潮壁の設置、建屋扉の水密化〔2～3年度程度で実施〕

#### <保安院による立入検査・評価>

- ・保安院は発電所の立入検査を実施し、5/6、緊急安全対策が適切に実施されているとの評価結果を公表。

## ①緊急安全対策 短期対策 &lt;電源確保&gt;

全交流電源の喪失を想定し、中央制御室の照明、原子炉圧力・温度等の状態の監視及び弁の操作等に必要な最低限の電源を確保するため、**高圧移動式発電機**及び**ケーブル類**を配備。

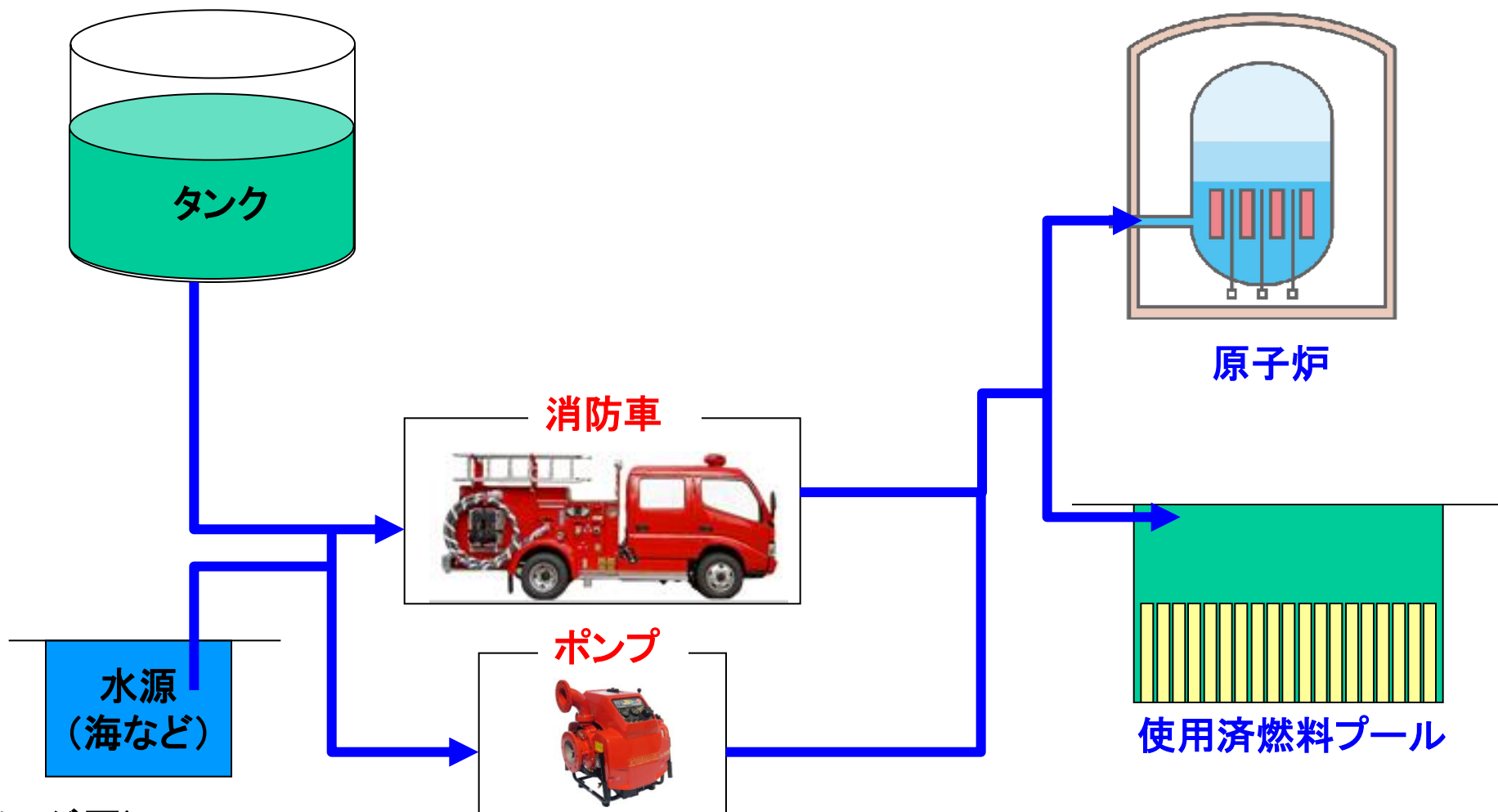


3-2-4

(イメージ図)

## ①緊急安全対策 短期対策 &lt;除熱機能確保&gt;

原子炉、使用済燃料プールへの注水を確保するため**原子炉等への代替注水のための消防車・可搬式ポンプ・ホース類を配備。**

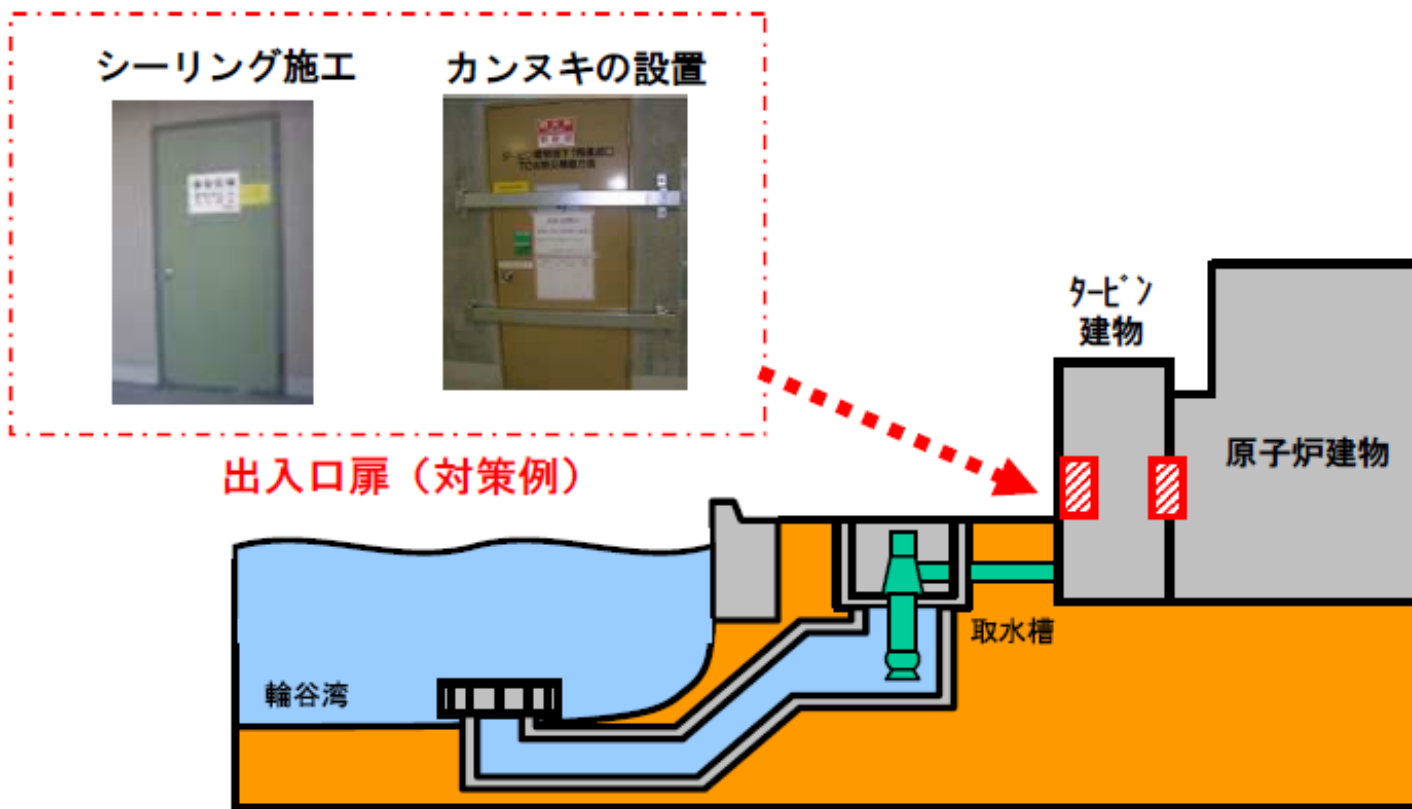


(イメージ図)

3-2-5

## ①緊急安全対策 短期対策 &lt;建屋への浸水対策&gt;

重要機器を設置している建物への**浸水を防止**するため、扉の浸水防止対策を実施



**全交流電源の喪失を模擬した訓練を実施し、緊急時の対応手順を確認。**  
**津波を想定した緊急時対応訓練の実施を実施し、緊急時の対応手順を確認**



全交流電源喪失時の運転操作対応訓練



移動式発電機車を用いた電源つなぎ込み訓練

## ①緊急安全対策 中長期対策 &lt;海水ポンプ電動機等の予備品の確保&gt;

海水ポンプ用電動機が津波により浸水し、機能喪失した場合に備え、**浸水した電動機を復旧するための資機材**（洗浄機等）を配備した。  
さらに**取替用の電動機予備品**を確保することとした。



原子炉補機冷却  
海水ポンプ用電動機  
(設置された状態)

3-2-8

出典：4月22日北陸電力HP



非常用ディーゼル発電機のバックアップとして、原子炉の除熱機能やプラントの状態監視に必要な機器等に速やかに電力が供給できるように、空冷式の非常用発電機を配備予定。

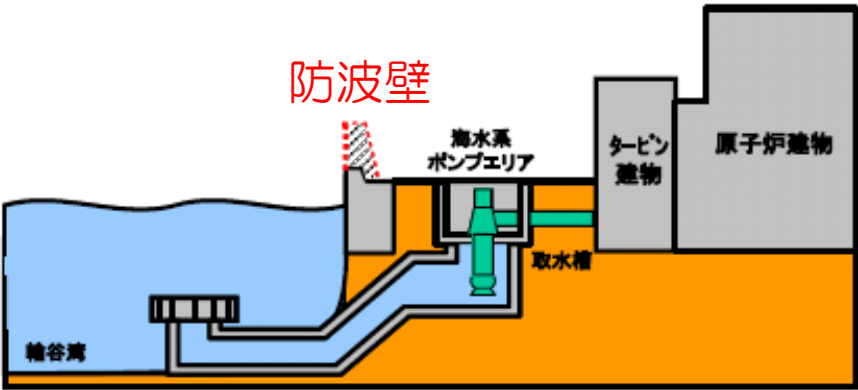
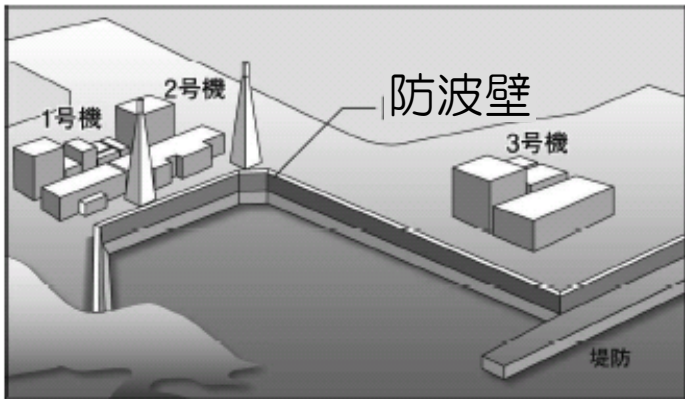


3-2-9

出典：4月22日中国電力HP

# ①緊急安全対策 中長期対策 <防潮壁の設置、建屋扉の水密化>

津波の侵入・衝撃を回避するために、防潮壁(防潮堤、防波壁)を設置する。  
建屋内の機器の水没を防止するため、建屋の扉を水密化する。



出典：5月2日中国電力HP

3-2-10

出典：4月25日四国電力HP

### 3. シビアアクシデント対応

#### ②平成23年福島第一原子力発電所事故を踏まえた他の原子力発電所におけるシビアアクシデントへの対応に関する措置の実施について

##### <指示内容>

万一シビアアクシデントが発生した場合でも迅速に対応するための措置を実施すること。

##### <事業者の対応事項>

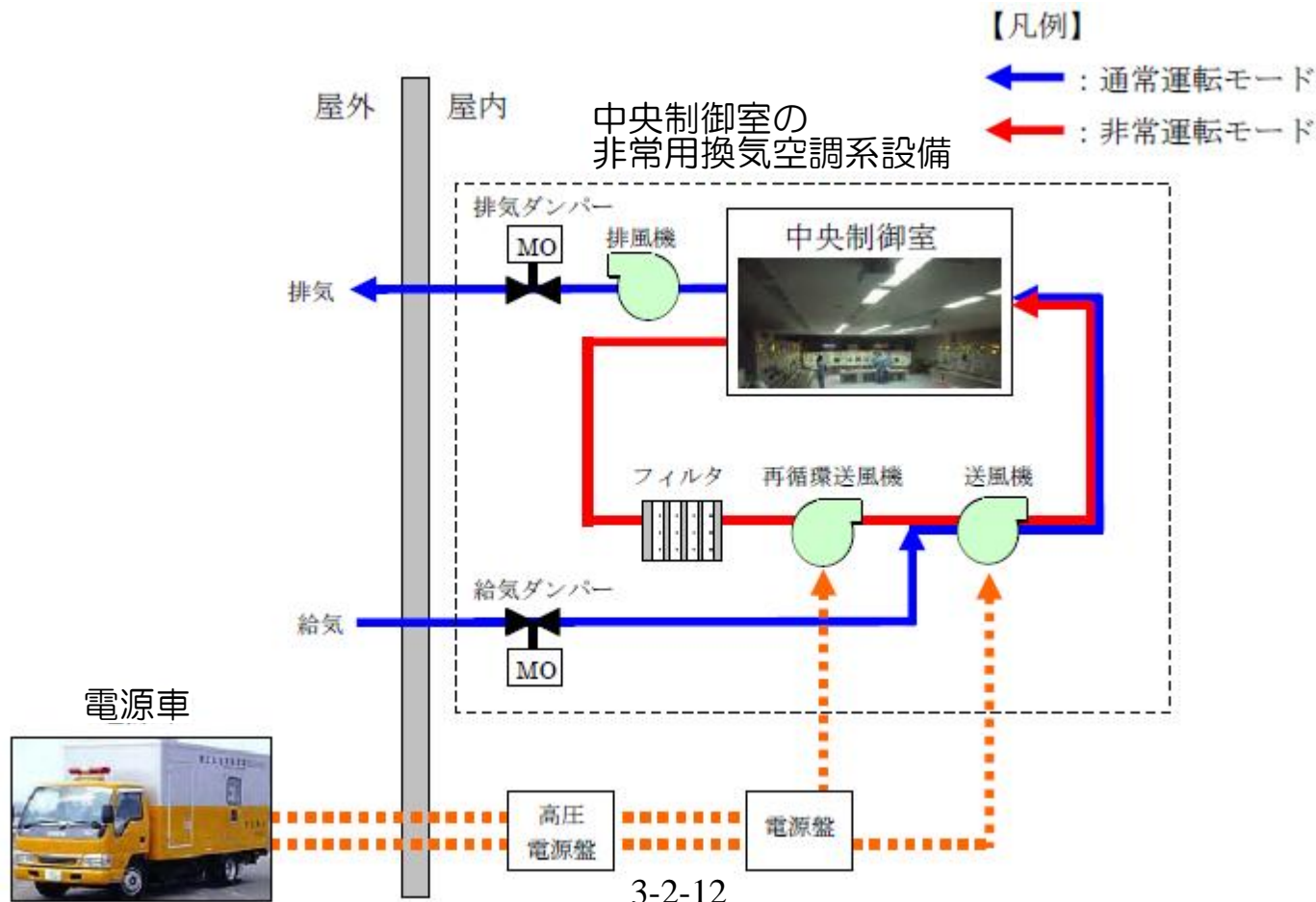
- ✓ 中央制御室の作業環境の確保・・電源喪失時に中央制御室の非常用換気空調系設備を運転するために必要な電源を確保
- ✓ 発電所構内通信手段の確保・・電源喪失時に通信手段を確保するために必要な電源を確保
- ✓ 高線量対応防護服等の資機材確保及び放射線管理のための体制の整備
- ✓ 水素爆発防止対策・・(BWR) 水素滞留を防止するための原子炉建屋屋上穴あけ手順を整備（中長期的には水素ベント装置及び水素検知器を設置）
  - ・・(PWR) 水素を排気する設備、燃焼装置の電源を確保（中長期的には静的触媒式水素再結合器等を設置）
- ✓ がれき撤去用の重機の配備・・ホイールローダ等の重機を配備

##### <保安院による立入検査・評価>

- ・保安院は発電所の立入検査を実施し、6/18、シビアアクシデントへの対応に関する措置が適切に実施されているとの評価結果を公表。

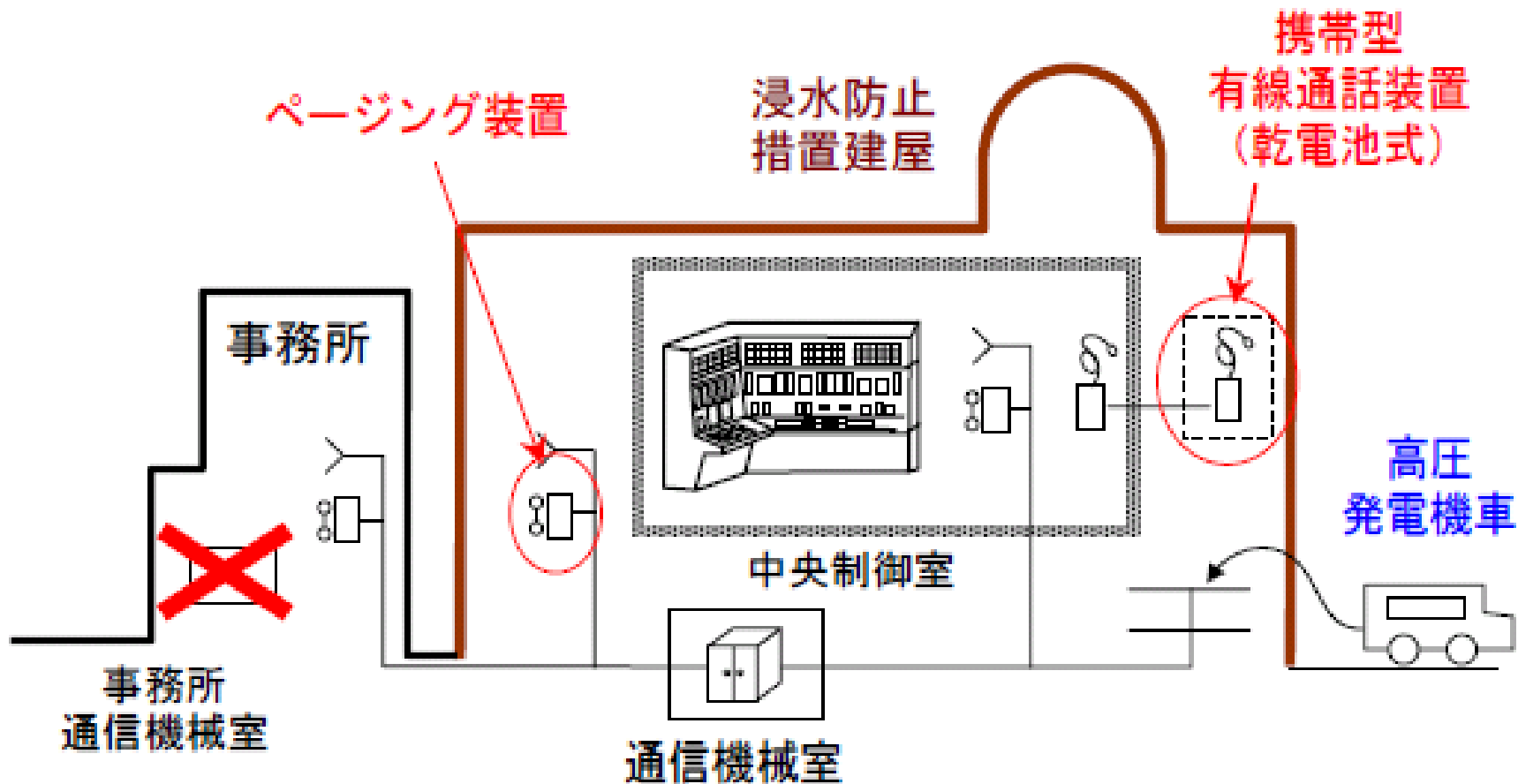
# ②シビアアクシデント対応 <中央制御室の作業環境の確保>

- 緊急時において、放射線防護等の観点で中央制御室の作業環境を確保するため、全交流電源が喪失した時においても、**電源車等から中央制御室の非常用換気空調系設備を運転可能とする措置を講じる。**
- 緊急安全対策によって配備または追加配備した電源車等の電源により、十分な供給余力を確保。空調系設備の運転のための手順書を整備。



(イメージ図)

全交流電源が喪失しても、通信機器を継続的に使用できるように、通信機器へ電源を供給する電源車を配備。



出典：6月14日九州電力HP

事故時における高線量区域での作業のため、高線量対応防護服を配備



(例) 高線量対応防護服  
(タングステン入り)

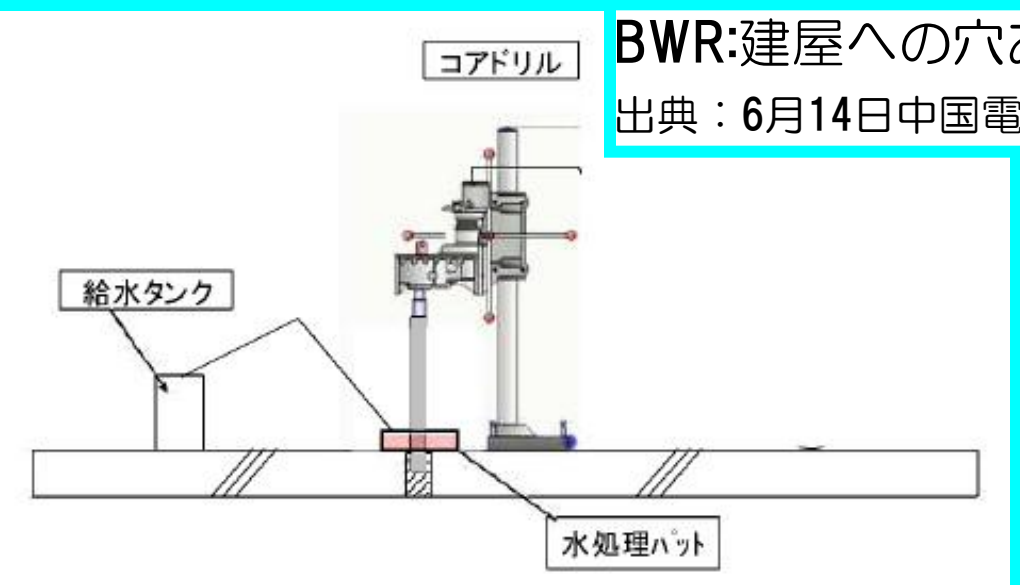
○重量：約9.1kg

○遮へい能力：約20%

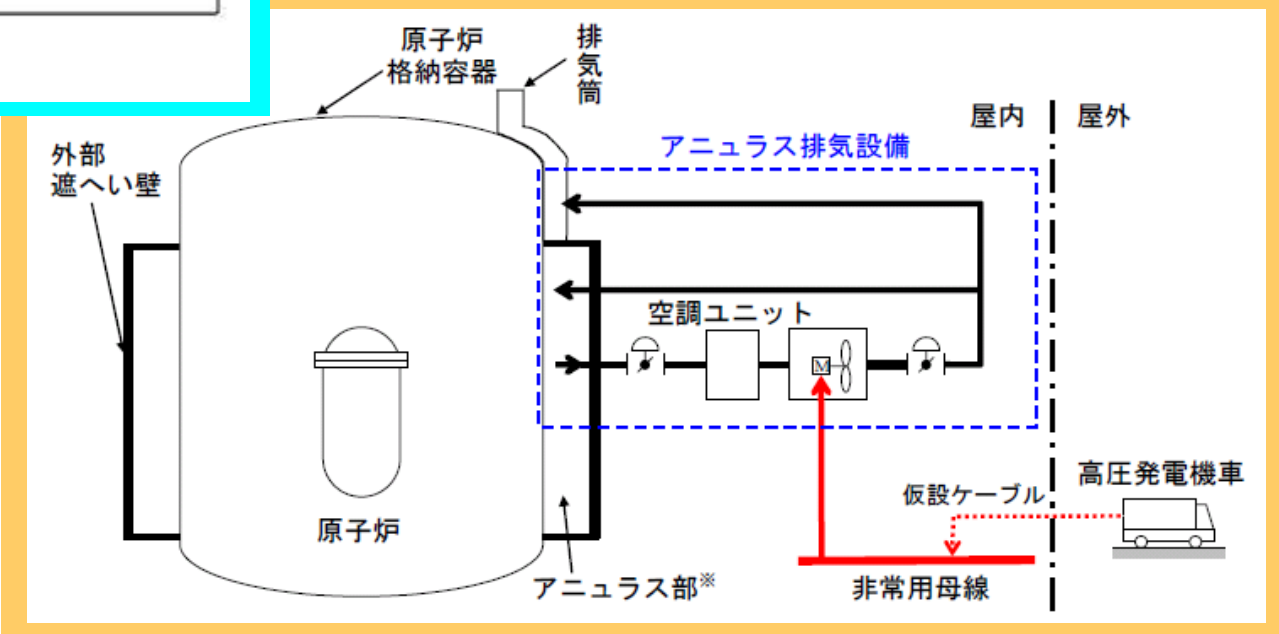
出典：6月14日九州電力HP

# ②シビアアクシデント対応 <水素爆発防止対策>

**BWR**：建屋への穴あけ作業ができるように資機材を配備するとともに手順書を整備  
**PWR**：電源車からの電源にて、排気設備により水素を外部へ放出するための手順書を整備



**PWR:排気設備による水素の放出**  
 出典：6月14日九州電力HP



3-2-15

津波等により生じたがれきを迅速に撤去することができるよう、ホイールローダ等の重機を配備



仕 様

全 長	約6. 2 m
全 幅	約2. 3 m
高 さ	約3. 1 m
重 量	約6. 9 t
最大掘起力	約6. 4 t
燃料タンク	1 2 0ℓ (軽油)

3-2-16

出典：6月14日中国電力HP



## 4. その他の国指示文書③④⑤への対応状況

### ③非常用ディーゼル発電機に関する措置

- ・原子炉停止中も含め常時、非常用発電設備2台を確保するよう要求。
- <対応> 当面、電源車または他号機からの電源融通で対応。中期的には可搬式大容量発電機を用意。各社、保安院へ対応策を報告済み。(5/11 保安規定認可)

### ④原子力発電所及び再処理施設の外部電源の信頼性確保について

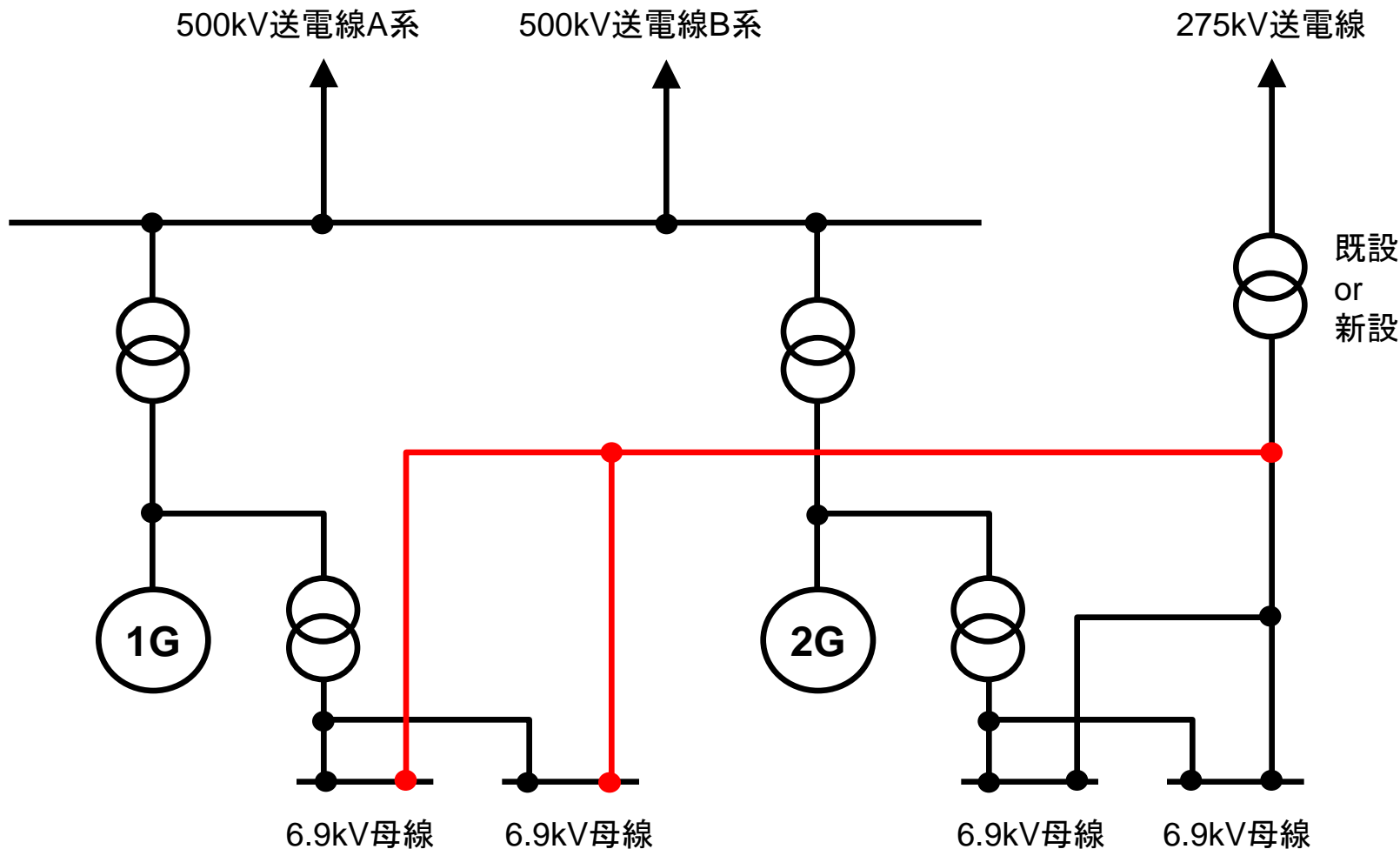
以下の4項目を要求。(6/7、国が評価書公表済)

- (1) 電力系統の供給信頼性等の評価
- (2) 各号機に全ての送電回線を接続
- (3) 原子力電源線の送電鉄塔の耐震性等の評価と対策
- (4) 開閉所等の津波影響防止対策

### ⑤原子力発電所等の外部電源の信頼性確保に係る開閉所等の地震対策について

- ・福島第一の開閉所にて、1, 2号機にかかる遮断器等が、3/11の地震により損傷を受けたことを踏まえた指示。
- ・福島第一の地震観測記録分析結果を踏まえ、各原子力発電所等の開閉所等の電気設備が機能不全となる倒壊、損傷等の可能性の評価を行い、必要な対策を策定
- <対応> 7月7日が実施状況報告の期限。国は妥当性を確認し結果を公表。

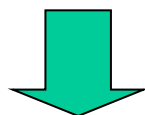
既設変圧器より新規に分岐線を設置して接続する方法(例)



— 新設部分

## 有効性確認フロー

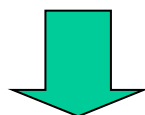
1. 福島事故の分析に基づく「強化すべき安全機能」の抽出



2. 「強化すべき安全機能」に対する安全対策の整理



3. 安全対策に係る事故対応手段の実効性確認



4. 事象進展ツリーによる安全対策の有効性確認

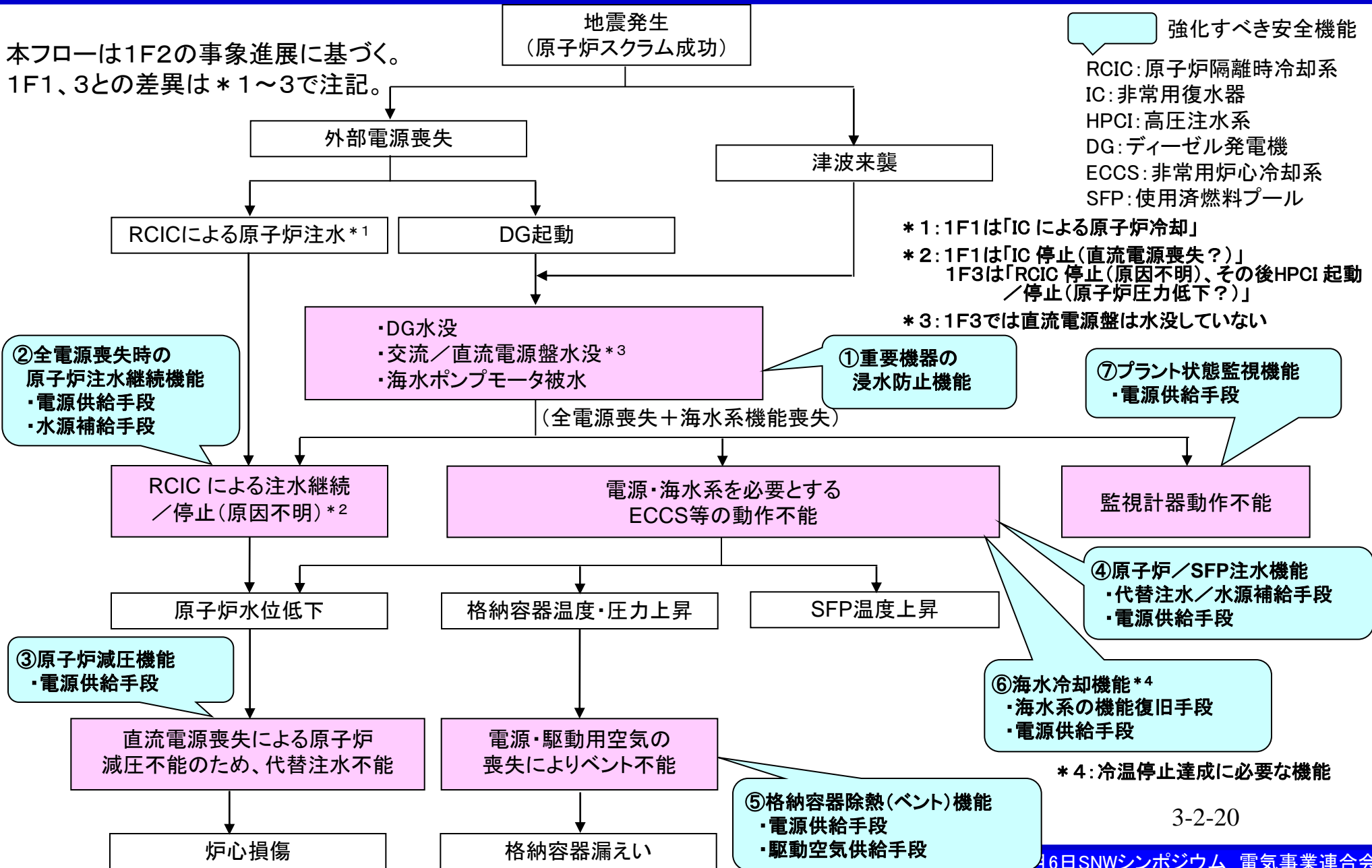
# 5-1. 福島事故の分析に基づく「強化すべき安全機能」の抽出

本フローは1F2の事象進展に基づく。  
1F1、3との差異は\*1~3で注記。

強化すべき安全機能

- RCIC: 原子炉隔離時冷却系
- IC: 非常用復水器
- HPCI: 高圧注水系
- DG: ディーゼル発電機
- ECCS: 非常用炉心冷却系
- SFP: 使用済燃料プール

- \* 1: 1F1は「ICによる原子炉冷却」
- \* 2: 1F1は「IC停止(直流電源喪失?)」  
1F3は「RCIC停止(原因不明)、その後HPCI起動/停止(原子炉圧力低下?)」
- \* 3: 1F3では直流電源盤は水没していない



# 5-1. 福島事故の分析に基づく「強化すべき安全機能」の抽出

BWR		PWR	備考	
①	重要機器の浸水防止機能	①	重要機器の浸水防止機能	
②	全電源喪失時の原子炉水位維持機能 ・電源供給手段 ・水源補給手段	②	PWRでは、SGによる原子炉冷却により、BWRの②～⑤(④-2 SFP注水機能を除く)の機能を達成	
③	原子炉減圧機能 ・電源供給手段			蒸気発生器(SG)による原子炉冷却機能 ・代替注水／水源補給手段 ・電源供給手段
④-1	原子炉水位維持機能 ・代替注水／水源補給手段 ・電源供給手段			
⑤	格納容器除熱(ベント)機能 ・電源供給手段 ・駆動空気供給手段	—	PWRは蒸気発生器を介した2次系から外気への蒸気放出により炉心の崩壊熱除去を行うため、格納容器除熱は不要	
⑥	海水冷却機能 ・海水系の機能復旧手段 ・電源供給手段	③	海水冷却機能 ・海水系の機能復旧手段 ・電源供給手段	
⑦	プラント状態監視機能 ・電源供給手段	④	プラント状態監視機能 ・電源供給手段	
④-2	SFP注水機能 ・代替注水／水源補給手段 ・電源供給手段	⑤	SFP注水機能 ・代替注水／水源補給手段 ・電源供給手段	

# 5-2. 「強化すべき安全機能」に対する安全対策の整理

(BWRの例)

## 強化すべき安全機能

- ① 重要機器の浸水防止機能
- ② 全電源喪失時の原子炉注水継続機能
  - ・電源供給手段
  - ・水源補給手段
- ③ 原子炉減圧機能
  - ・電源供給手段
- ④ 原子炉/SFP注水機能
  - ・電源供給手段
  - ・代替注水/水源補給手段
- ⑤ 格納容器除熱(ベント)機能
  - ・電源供給手段
  - ・駆動空気供給手段
- ⑥ 海水冷却機能
  - ・海水系の機能復旧手段
  - ・電源供給手段
- ⑦ プラント状態監視機能
  - ・電源供給手段

## 緊急安全対策

## 緊急安全対策の更なる充実

浸水防止	①	建屋の水密性向上	<ul style="list-style-type: none"> <li>・防潮堤の設置</li> <li>・建屋の水密扉の強化</li> <li>・海水ポンプ防護壁の強化</li> </ul>
電源供給	②	原子炉隔離時冷却系	<ul style="list-style-type: none"> <li>・海水供給用代替海水ポンプによるDG復旧</li> <li>・DG代替設備の設置 (空冷式の移動発電装置)</li> <li>・恒設DGの設置</li> <li>⇒残留熱除去系等への電源供給</li> </ul>
	③	逃がし安全弁	
	④	復水移送ポンプ	
	⑤	格納容器ベント弁	
	⑥	-	
	⑦	プラント状態監視計器	
代替注水/水源補給	② ④	<ul style="list-style-type: none"> <li>・消防ポンプ等による水源への水補給</li> <li>・復水移送ポンプ又は消防ポンプ等による代替注水</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・消防ポンプ等から原子炉/SFPへの直接注水配管の設置</li> <li>・代替注水車等の配備</li> </ul>
駆動空気供給	⑤	格納容器ベント弁駆動用窒素ポンベの配備	-
海水系復旧	⑥	3-2-22 -	<ul style="list-style-type: none"> <li>・代替海水ポンプの配備</li> <li>・海水ポンプモータ予備品の確保</li> </ul>

(PWRの例)

## 強化すべき安全機能

## 緊急安全対策

## 緊急安全対策の更なる充実

①	重要機器の浸水防止機能	浸水防止	①	建屋の浸水防止措置	<ul style="list-style-type: none"> <li>・防潮堤の設置</li> <li>・浸水対策の強化</li> <li>・海水ポンプエリア防護壁の設置</li> </ul>
②	SGによる原子炉冷却機能 ・電源供給手段 ・代替注水／水源補給手段	電源供給	②	電源車による電源供給 ・タービン動補助給水ポンプ ・蓄圧タンク出口電動弁	<ul style="list-style-type: none"> <li>・海水供給用可搬式ポンプによるDG復旧</li> <li>・DG代替設備の設置 (空冷式の移動発電装置)</li> <li>・恒設DGの設置 ⇒余熱除去設備等への電源供給</li> </ul>
③	海水冷却機能 ・海水系の機能復旧手段 ・電源供給手段		③	—	
④	プラント状態監視機能 ・電源供給手段		④	プラント状態監視計器	
⑤	SFP注水機能 ・電源供給手段 ・代替注水／水源補給手段		⑤	1次系純水ポンプ	
		代替注水／水源補給	②	消防ポンプ等によるSG給水源への淡水、海水給水	電動補助給水ポンプによるSG給水
			⑤	消防ポンプ等によるSFPへの淡水、海水給水	消防ポンプ等からSFPへの直接注水配管の設置
		海水系復旧	③	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・代替海水ポンプの配備</li> <li>・海水ポンプモータ予備品の確保</li> </ul>

3-2-23

# 5-3. 安全対策に係る事故対応手段の実効性確認

下表のとおり、事故対応手段の実効性を確認している。

緊急安全対策	資機材等の配備・点検	要員訓練等	作業環境の向上	その他
電源車による 電源供給	<ul style="list-style-type: none"> <li>・電源車の配備</li> <li>・電源ケーブルの配備</li> <li>・マニュアルの整備</li> <li>・資機材の点検 (員数点検、動作確認等)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・教育、力量判断の 実施</li> <li>・定期的な訓練の実施</li> <li>・訓練による必要操作の実施可能性の確認</li> </ul> <p>電源車及び消防車等の移動配置、ケーブル及びホースの敷設性及び繋ぎ込み部への接続性、作業所要時間、要員の充足性等</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・通信手段の機能向上 トランシーバ、衛星携帯電話等の配備、ページングの機能維持等</li> <li>・全電源喪失時の照明手段確保 (ハンドライト等)</li> <li>・がれき撤去用重機(ホイールローダ)の配備</li> </ul>	<p>高台への 資機材の配置</p>
消防車等による代替 注水／水源補給	<ul style="list-style-type: none"> <li>・消防車等の配備</li> <li>・ホースの配備</li> <li>・マニュアルの整備</li> <li>・資機材の点検 (員数点検、動作確認等)</li> </ul>			
格納容器ベント弁駆動 空気供給 (BWRのみ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・窒素ポンベの配備</li> <li>・マニュアルの整備</li> <li>・資機材の点検 (員数点検等)</li> </ul>			

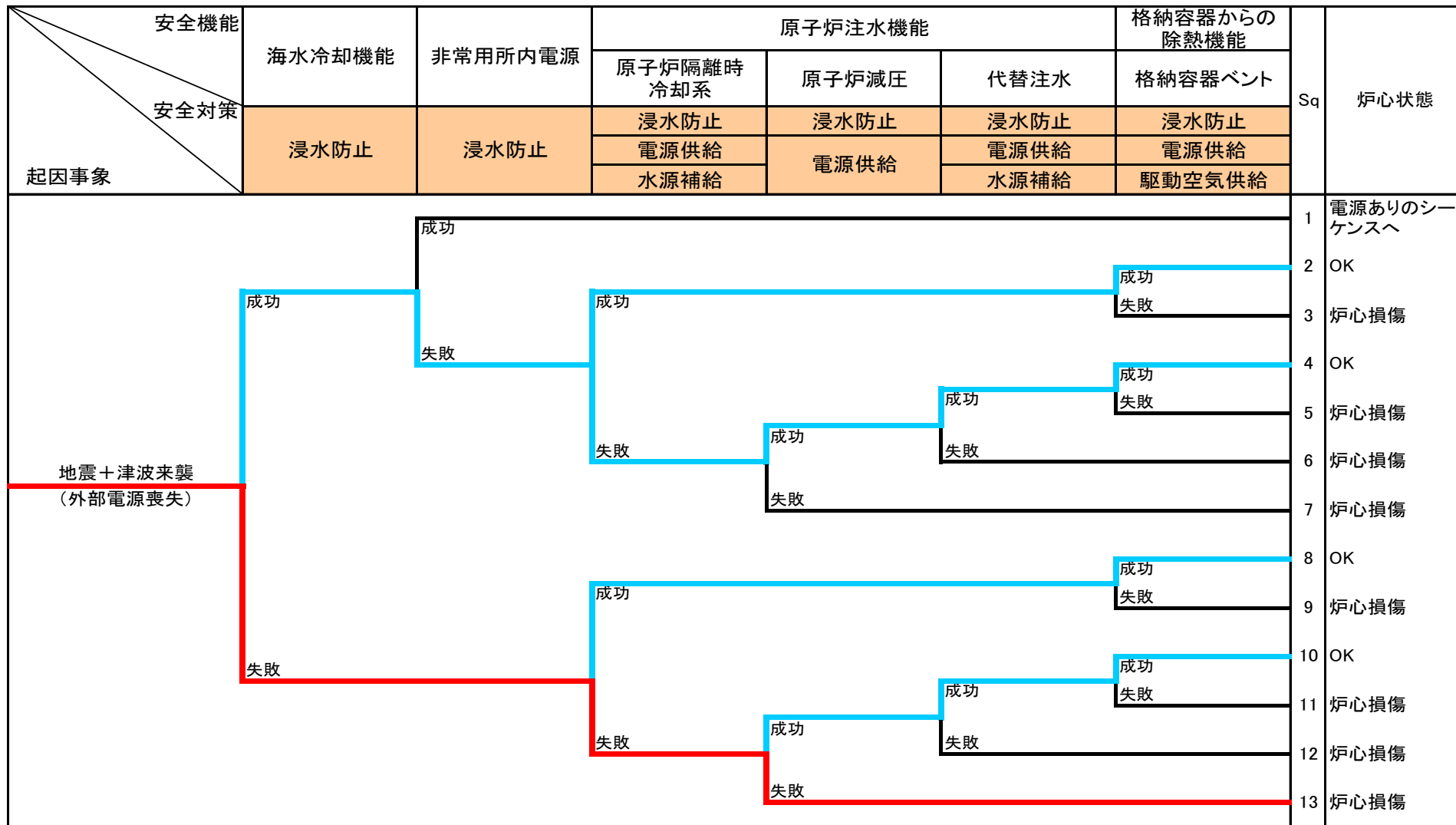
今後も、福島事故から得られる教訓や地域特性等を踏まえて緊急安全対策の更なる充実を進め、事故対応の実効性を高める努力を継続する。

(例:防潮堤設置、注水用つなぎ込み手段の複数確保など)



# 5-4. 事象進展ツリーによる安全対策の有効性確認

(BWRの例)



— : 1F2の炉心損傷シーケンス    — : 炉心損傷防止シーケンス

安全対策は、炉心損傷防止に必要な安全機能の信頼性向上に寄与し、炉心損傷リスクの低減が期待できる。

3-2-25

# 5-4. 事象進展ツリーによる安全対策の有効性確認

(PWRの例)

起因事象	安全機能	海水冷却機能	非常用所内電源	原子炉冷却機能		Sq	炉心状態
	安全対策			タービン動補助給水による炉心冷却	電動補助給水による炉心冷却		
				電源供給	電源供給		
		浸水防止	浸水防止	水源補給	水源補給		
				浸水防止	浸水防止		

地震+津波来襲 (外部電源喪失)	成功	成功	成功	1	電源ありのシーケンスへ
	成功	失敗	成功	2	OK
	成功	成功	成功	3	OK
	成功	失敗	成功	4	炉心損傷
	成功	成功	失敗	5	OK
	失敗	成功	成功	6	OK
	失敗	失敗	成功	7	炉心損傷

— : 炉心損傷防止シーケンス

安全対策は、炉心損傷防止に必要な安全機能の信頼性向上に寄与し、炉心損傷リスクの低減が期待できる。

- ① 緊急安全対策により、炉心損傷防止に必要な安全機能の信頼性は向上し、津波に対するプラントの安全性は高まっているものとする。
- ② 今後も、緊急安全対策の更なる充実を進め、事故対応の実効性向上やプラントの安全性向上のための努力を継続していく。
- ③ また、確率論的安全評価(PSA)の更なる活用を進め、プラントの安全性向上に努めていく。

# (参考) ストステスト

○福島第一原子力発電所における事故を踏まえた既設の発電用原子炉施設の安全性に関する総合的評価に関する報告について（7月6日）（原安委）

- ・原子力安全委員会は、保安院に対して、「既設の発電用原子炉施設の安全性に関する総合的評価」の実施を要請し、**評価手法と実施計画の報告**を求めた。

○「我が国原子力発電所の安全性の確認について（ストステストを参考にした安全評価の導入等）」（7月11日）3大臣**※**連名文書

※ 枝野官房長官、海江田経済産業大臣、細野内閣府特命担当大臣

## <現状認識>

- ◆我が国の原子力発電所は法令に則って安全性の確認が行われている。さらに、福島原発事故を受け、緊急安全対策等の実施について原子力安全・保安院の確認が行われている。

## <問題点>

- ◆定期検査後の再起動について国民・住民に十分な理解が得られているとは言い難い。

## <解決方法>

- ◆欧州諸国で導入された**ストステストを参考に安全評価を実施**。
  - 一次評価**・・・定期検査で停止中のプラントの**運転再開の可否を判断**。  
設計上の想定を超える事象に対し、どの程度安全裕度を有するのかの評価を実施。
  - 二次評価**・・・運転中のプラントの**運転の継続または中止を判断**。  
欧州諸国のストステストの実施状況等をふまえ、総合的な安全評価を実施。
- ◆更なる安全性の向上および国民・住民の方々の安心・信頼確保が目的。
- ◆事業者の評価を原子力安全・保安院が確認し、原子力安全委員会がその妥当性を確認。